

本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2 0 0 1 年 2 月 1 4 日

出 願 番 号

Application Number:

特 願 2 0 0 1 - 0 3 6 7 6 4

出 願 人

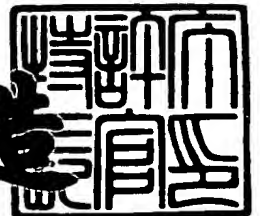
Applicant (s):

日本板硝子株式会社

2 0 0 1 年 3 月 2 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 1 - 3 0 1 3 2 2 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 01P028

【提出日】 平成13年 2月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C03C 3/10

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本板硝子株式会社内

【氏名】 浜中 賢二郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本板硝子株式会社内

【氏名】 谷口 敏

【特許出願人】

【識別番号】 000004008

【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085257

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 有

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000- 38952

【出願日】 平成12年 2月17日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038807

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002119

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コリメータアレイ装置の設計方法及びこの方法によって作製されたコリメータアレイ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 射出側ファイバアレイから出射したガウシアンビームとしての性質を有するレーザ光を射出側レンズでコリメートし、このコリメートされたレーザ光を光機能素子に入射せしめた後、受光側レンズにて収束光とし、この収束光を受光側ファイバアレイに入射せしめるようにしたコリメータアレイ装置の設計方法において、前記射出側レンズから受光側レンズに至るレーザ光の光路長の平均値 (L_a) を算出し、射出側レンズでコリメートされたレーザ光のビームウエストの射出側レンズからの距離が ($L_a/2$) となる射出側ファイバアレイと射出側レンズとの間隔 (d_o) を 2 つ割出し、これら割出した 2 つの値のうち短い方の値を選択することを特徴とするコリメータアレイ装置の設計方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のコリメータアレイ装置の設計方法において、前記射出側レンズ及び受光側レンズは平板マイクロレンズであることを特徴とするコリメータアレイ装置の設計方法。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載のコリメータアレイ装置の設計方法において、前記光機能素子はその動作状態によって前記レーザ光の光路長 (L) を変化せしめることを特徴とするコリメータアレイ装置の設計方法。

【請求項 4】 請求項 1 または請求項 2 に記載のコリメータアレイ装置の設計方法において、前記光機能素子は射出側ファイバアレイと受光側ファイバアレイとのチャネル切替えを行う光スイッチアレイであることを特徴とするコリメータアレイ装置の設計方法。

【請求項 5】 請求項 1 または請求項 2 に記載のコリメータアレイ装置の設計方法において、前記光機能素子は 1 個または複数個の分波フィルタであることを特徴とするコリメータアレイ装置の設計方法。

【請求項 6】 射出側ファイバアレイから出射したガウシアンビームとしての性質を有するレーザ光を射出側レンズでコリメートし、このコリメートされたレーザ光を光機能素子に入射せしめた後、受光側レンズにて収束光とし、この収

束光を受光側ファイバアレイに入射せしめるようにしたコリメータアレイ装置において、前記射出側ファイバアレイと射出側レンズとの間隔（ d_o ）は、前記射出側レンズから受光側レンズに至るレーザ光の光路長の平均値（ L_a ）を基準として割出した値のうちの短い方の値であることを特徴とするコリメータアレイ装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載のコリメータアレイ装置において、前記射出側レンズ及び受光側レンズは平板マイクロレンズであることを特徴とするコリメータアレイ装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載のコリメータアレイ装置において、前記射出側平板マイクロレンズ及び受光側平板マイクロレンズは、熱変化があった際に光軸を基準として互いに同一方向に伸縮するように、一端若しくは隣接する二辺のみを固定し、他の部分は非固定とされていることを特徴とするコリメータアレイ装置。

【請求項 9】 請求項 7 に記載のコリメータアレイ装置において、前記射出側光ファイバ端面及びこの光ファイバ端面が当接する射出側平板マイクロレンズ端面は $2 \sim 10^\circ$ 傾斜していることを特徴とするコリメータアレイ装置。

【請求項 10】 請求項 6 または請求項 7 に記載のコリメータアレイ装置において、前記光機能素子はその動作状態によって前記レーザ光の光路長（ L ）を変化せしめることを特徴とするコリメータアレイ装置。

【請求項 11】 請求項 6 または請求項 7 に記載のコリメータアレイ装置において、前記光機能素子は射出側ファイバアレイと受光側ファイバアレイとのチャンネル切替えを行う光スイッチアレイであることを特徴とするコリメータアレイ装置。

【請求項 12】 請求項 6 または請求項 7 に記載のコリメータアレイ装置において、前記光機能素子は 1 個または複数個の分波フィルタであることを特徴とするコリメータアレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光通信システムの中で、光路切替スイッチモジュールや分波フィルタモジュール等として利用されるコリメータアレイ装置の設計方法とこの設計方法によって得られたコリメータアレイ装置に関する。

尚、実際にはコリメータアレイ装置と光スイッチアレイや分波フィルタ等を組み合わせて上記モジュールが作製されるわけであるが、本願ではこれらを総称してコリメータアレイ装置と呼ぶ。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

一般的なコリメータアレイ装置（4×4光スイッチモジュール）の構造を図1及び図2に基づいて説明する。図中1は射出側ファイバアレイ、2は射出側平板マイクロレンズ、3は光スイッチアレイ、4は受光側マイクロレンズ、5は受光側ファイバアレイであり、射出側ファイバアレイ1および受光側ファイバアレイ5は図1のII方向から見た図2（a）に示す

ように、2枚重ねたシリコン基板6a、6b間に複数のシングルモード光ファイバ1a、5aを挿着して構成され、また射出側平板マイクロレンズ2及び受光側マイクロレンズ4には直径約250μmのレンズ2a、4aが形成され、光スイッチアレイ3には各画素毎にミラー3aが配置されている。

【 0 0 0 3 】

前記ミラー3aは、例えば微小なミラーを光路中に挿入または待避したり、反射面前後の材料屈折率を電氣的に変化させることによって、光を反射または透過させる。従って、4×4の各ミラー3aの反射／透過の組み合わせで、射出側ファイバアレイ1と受光側ファイバアレイ5間のチャネル切替えが可能になる。

【 0 0 0 4 】

そして、射出側ファイバアレイ1のシングルモード光ファイバ1aの端面から出射したレーザ光は射出側平板マイクロレンズ2のレンズ2aでコリメートされ、このコリメートされたレーザ光の光路を光スイッチアレイ3にて偏向せしめた後、受光側マイクロレンズ4のレンズ4aにて収束光とし、この収束光を受光側ファイバアレイ5のシングルモード光ファイバ5aに入射せしめる。

【 0 0 0 5 】

図1では、所定のミラー3 aを光路に臨ませることで、光ファイバ(A1)からのレーザ光を光ファイバ(B4)へ、光ファイバ(A2)からのレーザ光を光ファイバ(B2)へ、光ファイバ(A3)からのレーザ光を光ファイバ(B3)へ、光ファイバ(A4)からのレーザ光を光ファイバ(B1)へそれぞれ入射せしめるようにしている。

【0006】

一方、レーザ光は光束の中心部で強度が大きく、周辺部で強度が小さくなるガウシアンビームとして把握される。

ガウシアンビームの特徴は、図3に示すように、射出側の光ファイバ1 aから出射した光が射出側のレンズ2 aにてコリメートされ、受光側のレンズ4 aで収束せしめられて受光側の光ファイバ5 aに入射する間に、コリメートされた光が平行光とならず、中間に幅(2w)のビームウエスト(括れ部)を持ち、更に1点(焦点)には収束しない。

【0007】

一方、受光側の挿入損失を小さくするには、受光側のレンズ4 aから出たレーザ光のビームウエストの位置に正確に受光側の光ファイバ5 aの端面を一致させ、且つ、受光側ファイバ5 aのモードフィールド径とそこに入射するレーザビームのビームウエスト幅(2w1)を一致させること(カップリング)が重要である。

【0008】

斯かるカップリングを正確に行うには、射出側のレンズ2 aと受光側のレンズ4 aとの距離、即ち光路長(L)の1/2の位置にレンズ2 aから出射したレーザ光のビームウエストが一致すること、即ち、射出側平板マイクロレンズ端面からビームウエストまでの間隔(d1) = L/2となる必要がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

光スイッチアレイ等の光機能素子によってレーザ光の光路を偏向すると、射出側平板マイクロレンズから受光側平板マイクロレンズまでの光路長(L)も変化する。例えば、図1において、光スイッチアレイの1画素の間隔を1 mm (アレ

イの1辺4 mm)、射出側及び受光側の平板マイクロレンズと光スイッチアレイとの間隔を2 mmとすると、光ファイバ(A1)から出射して光ファイバ(B4)に入射するレーザ光の光路長は $8\text{ mm} + 3\text{ mm}$ で最も長く、光ファイバ(A4)から出射して光ファイバ(B1)に入射するレーザ光の光路長は $8\text{ mm} - 3\text{ mm}$ で最も短くなる。尚、8 mmを基準としたのはこれが平均長となるからである。

【0010】

一方、図3で説明したように、射出側レンズ2 aから受光側レンズ4 aに至るレーザ光はビームウエストを有しこのビームウエストの位置(d1)は射出側光ファイバ1 a端と射出側レンズ2 aとの間隔(d0)で決まってしまう。したがって、図3で示す状態から光路長(L)が変化すると、つまり受光側レンズ4 aの位置が図において左右に移動すると、受光側レンズ4 aから出たレーザ光のビームウエスト2w2の位置も変化し、ビームウエスト2w2の位置と受光側光ファイバ5 aの端面とがずれ、挿入損失が大きくなる。

【0011】

また、ファイバアレイ1, 5と平板マイクロレンズ2, 4の材質が異なると、両者の線膨張率も異なってくる。したがって、熱変化があると光ファイバの芯とレンズ中心とがズレを生じることになる。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記したように、一对のファイバアレイと一对の平板マイクロレンズでコリメート光学系を構成し、そのコリメート光路中に様々な光機能素子を挿入して光機能アレイモジュールを作製する際、光機能素子の動作状態や挿入位置、部品固定精度によって、光路長が理想状態からずれたり、変動することがある。このような光路長変動を伴うコリメートアレイ光学系に対して、最適な設計方法を提供することが本願の第1の目的である。

また、光機能素子の動作状態や挿入位置、部品固定精度によって、光路長が理想状態からずれたり、変動する問題は平板マイクロレンズを用いた場合に限らず、一般的な収束性レンズ(正のパワーを持ったレンズ)を用いた光学系にも言え

ることである。したがって、このような光学系に対して、最適な設計方法を提供することも本願の目的である。

【0013】

光路長の変化の問題を解決するため本発明の具体的な構成は、光機能素子を備えたコリメータアレイ装置を設計するにあたり、射出側光ファイバと受光側光ファイバの組合わせによって変化する光路長 (L) から平均値 (L_a) を算出し、また、射出側レンズでコリメートされたレーザ光のビームウエストの射出側レンズからの距離が ($L_a/2$) となる射出側ファイバアレイと射出側レンズとの間隔 (d_o) を算出するようにした。

【0014】

特に、レーザ光のビームウエストの射出側レンズからの距離 (d_1) が ($L_a/2$) となる射出側ファイバアレイと射出側レンズとの間隔 (d_o) は2つ存在するが、短い方の (d_o) を選択した方が前記光路長変動に対する挿入損失の劣化を小さくすることができることを本発明は知見した。

射出側レンズおよび受光側レンズとしては平板マイクロレンズの他に、球面レンズや非球面レンズなどの均質レンズ、半径方向屈折率分布ロッドレンズ、光軸方向屈折率分布球面レンズなどの屈折率分布型レンズ、フレネルレンズなどの回折型レンズが考えられる。

【0015】

前記光機能素子はその動作状態によって前記レーザ光の光路長 (L) を変化せしめるものであり、具体的には、射出側ファイバアレイと受光側ファイバアレイとのチャンネル切替えを行う光スイッチアレイ或いは分波フィルタが挙げられる。

【0016】

また、本願の第2の目的である熱膨張によるズレを最小限に抑えるため、熱変化があった際に、前記射出側平板マイクロレンズ及び受光側平板マイクロレンズが光軸を基準として互いに同一方向に伸縮するように、射出側又は受光側平板マイクロレンズの一端若しくは隣接する二辺のみを固定し、他の部分は非固定とした。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。コリメータアレイ装置の構造は、図1及び図2（a）に示した従来構造と同様であるので、説明は省略する。

【0018】

但し、射出側光ファイバ1 aと射出側平板マイクロレンズ2との当接構造については図2（b）または（c）に示すような改良を加えることができる。即ち、図2（b）に示す例にあつては射出側光ファイバ1 aの端面とこの端面に当接する射出側平板マイクロレンズ2の端面を研磨することで $2 \sim 10^\circ$ 傾斜せしめている。このようにすることで、ファイバ射出端とマイクロレンズアレイ基板の屈折率の僅かな差に起因して生ずる反射光が、ファイバに直接戻らなくなり、反射ノイズを低減することができる。

また同図（c）に示す例にあつては2枚のマイクロレンズアレイを貼り合わせて射出側平板マイクロレンズ2としている。このようにすることで、ファイバの種類によって開口率（NA）が大きいレンズが必要となってもそれに対処することができる。つまり1枚で $NA = 0.2$ ならば、2枚貼り合わせることでNAは約0.4になる。

尚、上記の光ファイバと平板マイクロレンズとの当接構造は、受光側の光ファイバと平板マイクロレンズにも応用できる。

【0019】

前記したように、射出側光ファイバ1 aから受光側光ファイバ5 aに至る光学系での最大効率を得る条件は、 $d1 = L/2$ とすることである。そして、ガウシアンビームのビームウエストのレンズによる変換は、入射側ウエスト幅（ $2w_0$ ）、レンズで変換後のウエスト幅（ $2w1$ ）、レンズの焦点距離（ f ）、波長（ λ ）、入射側ウエストとレンズ間距離（ d_0 ）、レンズ変換後ウエスト距離（ $d1$ ）としたとき、以下の式（1）、（2）で表される。（参考文献「現代工学社 光結合系の基礎と応用 河野健治著（第3章、第4章）」）

【0020】

【式 1】

$$d1 = \frac{\left(\frac{\pi \omega_0^2}{\lambda}\right)^2 \left(\frac{1}{f}\right) - d_0 \left(1 - \frac{d_0}{f}\right)}{\left(\frac{\pi \omega_0^2}{\lambda}\right)^2 \left(\frac{1}{f}\right)^2 + \left(1 - \frac{d_0}{f}\right)^2}$$

【0021】

【式 2】

$$\left(\frac{\omega_1}{\omega_0}\right)^2 = \frac{1}{\left(\frac{\pi \omega_0^2}{\lambda}\right)^2 \left(\frac{1}{f}\right)^2 + \left(1 - \frac{d_0}{f}\right)^2}$$

【0022】

これら式(1)、(2)を用い、波長 $1.55\mu\text{m}$ 、ファイバのモードフィールド径 $10.5\mu\text{m}$ 、平板マイクロレンズの焦点距離 $700\mu\text{m}$ としたときのシミュレーション結果を図4のグラフに示す。

【0023】

一方、図5は図4に示した間隔(d_0)と間隔(d_1)の関係をカップリング条件との関係で説明した図であり、これらの図から、間隔(d_0)の最も小さい値(本例では $700\mu\text{m}$ 程度)から徐々に大きくしてゆくと、間隔(d_1)もそれにつれて大きくなる。

【0024】

一方、前述のように、コリメート光学系において中間ウエスト位置を $L/2$ とすることが、カップリング条件として必要であり、上記実施例で $La=8\text{mm}$ であれば、 $d_1=4\text{mm}$ とすることになり、これを与える d_0 の条件が式(1)から2つ(図4では $d_0-2=725.4\mu\text{m}$ と $d_0-4=823.1\mu\text{m}$)求められる。

【0025】

一方、図5に示すように、他の値(d_0-1)ではビームウエストの位置が射出側平板マイクロレンズ側に寄ってしまい、正確にカップリングできない。逆に(

d o-3) ではビームウエストの位置が受光側平板マイクロレンズ側に寄ってしまい、同じく正確にカップリングできない。即ち、受光側ファイバアレイ（射出側ファイバアレイと同じモードフィールド径10.5 μm とする）の位置でビームウエストを形成しなかったり、形成されたビームウエスト幅が10.5 μm より大きくなったり小さくなったりして、結合効率が低下する。

【0026】

この条件に対する挿入損失（結合率 η ）は、上記式（2）を2つの平板マイクロレンズアレイについて各々施して、受光側ファイバ位置でのウエスト幅（ $2w_2$ ）を求めた後、以下の式（3）を用いて計算することができる。

【0027】

【式3】

$$\eta = \kappa \exp \left[- \kappa \left\{ \frac{x_0^2}{2} \left(\frac{1}{\omega_0^2} + \frac{1}{\omega_1^2} \right) \right\} \right]$$

ただし

$$\kappa = \frac{4}{\left(\frac{\omega_0}{\omega_1} + \frac{\omega_1}{\omega_0} \right)^2 + \left(\frac{\lambda Z}{\pi \omega_0 \omega_1} \right)^2}$$

【0028】

式（3）の z はウエスト位置の受光側ファイバ端面からの光軸方向のズレであり、これも上式（1）を2回施すことによって求められる。 x_0 はビームウエストの横方向のズレ量を表している。

【0029】

このように式（3）を用いて、上記入射側ウエストとレンズ間距離（ d_0 ）の2条件に対して光路長（ L ）の変動を加味して挿入損失を求めたのが図6である。この図6から（ d_0 ）の2条件のうち短い方が本用途にとって好ましいことが分る。

【0030】

即ち、前記したように光スイッチアレイを備えたコリメータアレイ装置にあっては、射出側光ファイバと受光側光ファイバの組み合わせによって光路長（L）が変化してしまう。そして光路長（L）が変化すると受光側平板マイクロレンズ端面から出射するレーザ光のビームウエスト位置が変化し、ズレが生じる。このズレを完全になくすのはコリメータアレイ装置の構成上困難である。

しかしながら、 $d_1 = L/2$ となる間隔として短い方の値（ $d_0 - 2$ ）つまり実施例の場合は $725.4\mu\text{m}$ を選定することで、カップリングの際のズレによる挿入損失を小さくすることができる。

【0031】

図7は別実施例に係るコリメータアレイ装置を示す図1と同様の図であり、この実施例にあっては、射出側平板マイクロレンズ2及び受光側マイクロレンズ4の一端のみを動かないように支持体6で拘束し、他の部分は熱変化に応じて伸縮可能にされている。

【0032】

前記したように、ファイバアレイと平板マイクロレンズの材質が異なると、両者の線膨張率も異なってくる。その結果、光軸に対し平板マイクロレンズのレンズ中心がズレることになる。

【0033】

図9は射出側マイクロレンズと受光側マイクロレンズのずれ方向と挿入損失との関係を示すグラフであり、ずれの方向が図8（a）に示すように、射出側平板マイクロレンズ2と受光側マイクロレンズ4とで光軸を基準として反対方向であると、受光側マイクロレンズ4から出たレーザ光のビームウエストが受光側ファイバアレイ5のシングルモード光ファイバ5aの端面から大きく外れることになる。そこで、支持体6で射出側平板マイクロレンズ2及び受光側マイクロレンズ4の特定的一端のみを拘束する構成としている。

【0034】

例えば、一端を剛体に押し付けて接着または融着固定し、他端はヤング率が比較的 low、柔らかめの接着剤で若干ルーズに固定する。

【0035】

図 1 0 は平板マイクロレンズの拘束方法の別実施例を示す図であり、この実施例にあっては、平板マイクロレンズ 2, 4 の隣接する二辺のみを支持体 6 で拘束し、他の部分は伸縮可能な構成としている。

【 0 0 3 6 】

図示例では、光機能素子として光スイッチアレイを示したが、光スイッチアレイに限られず、分波フィルタ等の光路長 (L) を変化せしめるための光機能素子を組み込んだコリメータアレイ装置に対しても本発明は適用される。

なお、本願の平板マイクロレンズアレイは、1 枚の基板にマイクロレンズが一体形成されているものに限らず、例えば、ボールレンズ、屈折率分布型ロッドレンズ、非球面レンズ等を別基板、ホルダー、ハウジング等を用いて配列したマイクロレンズアレイであってもよい。この場合、本願の設計方法は同様に適用され、また、本願のマイクロレンズ固定方法は、マイクロレンズアレイと、その配列基準になる基板、ホルダー等を含めたものに適用される。

【 0 0 3 7 】

尚、実施例で述べた数値例はほんの 1 例であり、当該装置を構成するファイバ、使用波長、レンズ焦点距離などの数値に対して、式 1 ~ 3 を用いて本明細書の記載の通りに、個々に適正数値を算出して指定すればよいのは言うまでもなく、個々に同様の効果が得られる。

また、実施例で収束性レンズとして平板マイクロレンズを用いた例を示したが、これに限定されず、球面レンズや非球面レンズなどの均質レンズ、半径方向屈折率分布ロッドレンズ、光軸方向屈折率分布球面レンズなどの屈折率分布型レンズ、フレネルレンズなどでもよい。

しかしながら、平板マイクロレンズを用いれば、同一平面上にレンズが配列されているので個々のレンズを配列固定する手間が省ける。また、平板マイクロレンズはホトマスクを介してイオン交換法或いは湿式エッチングにて各レンズを形成するので、各レンズの配列位置が高精度になる。更に、イオン交換法などの一括プロセスで製作されるため、アレイ内の各レンズの焦点距離、球面収差などの性能のバラツキを極めて小さくすることができる。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

以上に説明したように本発明によれば、コリメータアレイ装置を設計するにあたり、射出側レンズ（平板マイクロレンズ）から受光側レンズ（平板マイクロレンズ）に至るレーザ光の光路長の平均値（ L_a ）を算出し、射出側レンズ（平板マイクロレンズ）でコリメートされたレーザ光のビームウエストの射出側レンズ（平板マイクロレンズ）からの距離が（ $L_a/2$ ）となる射出側ファイバアレイと射出側レンズ（平板マイクロレンズ）との間隔（ d_o ）を2つ割出し、これら割出した2つの値のうち短い方の値を選択するようにしたので、単に正確なカップリングが行えるだけでなく、光路長の変化による挿入損失を可及的に少なくすることが可能となる。

【0039】

また、本発明記載の部品固定方法を適用することで、ファイバアレイと平板マイクロレンズアレイの材料の熱膨張係数に差があっても、そのために生じる光軸ズレに起因する損失増加を少なく抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

コリメータアレイ装置の概略構成図

【図2】

（a）は射出側ファイバアレイと射出側平板マイクロレンズとの接合部を図1のII方向から見た拡大図、（b）及び（c）は別実施例を示す図。

【図3】

ガウシアンビームの特徴を説明した図

【図4】

射出側ファイバアレイ端面からマイクロレンズ端面までの間隔（ d_o ）と射出側平板マイクロレンズ端面からビームウエストまでの間隔（ d_1 ）との関係を示すグラフ

【図5】

図4に示した間隔（ d_o ）と間隔（ d_1 ）の関係をカップリング条件との関係で

説明した図

【図 6】

光路長（ L ）の変化と挿入損失との関係を間隔（ d_0 ）を基準にして示したグラフ

【図 7】

別実施例に係るコリメータアレイ装置を示す図 1 と同様の図

【図 8】

（a）及び（b）は平板マイクロレンズの熱膨張によるファイバアレイとのズレの関係を説明した図

【図 9】

射出側マイクロレンズと受光側マイクロレンズのずれ方向と挿入損失との関係を示すグラフ

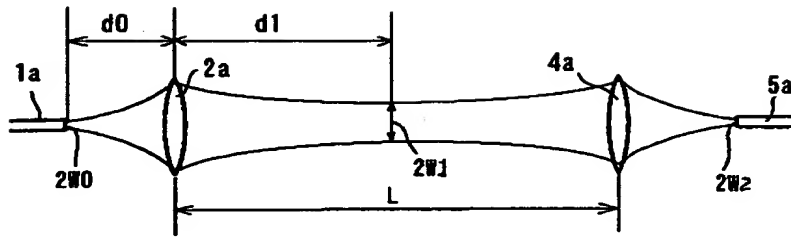
【図 1 0】

平板マイクロレンズの拘束方法の別実施例を示す図

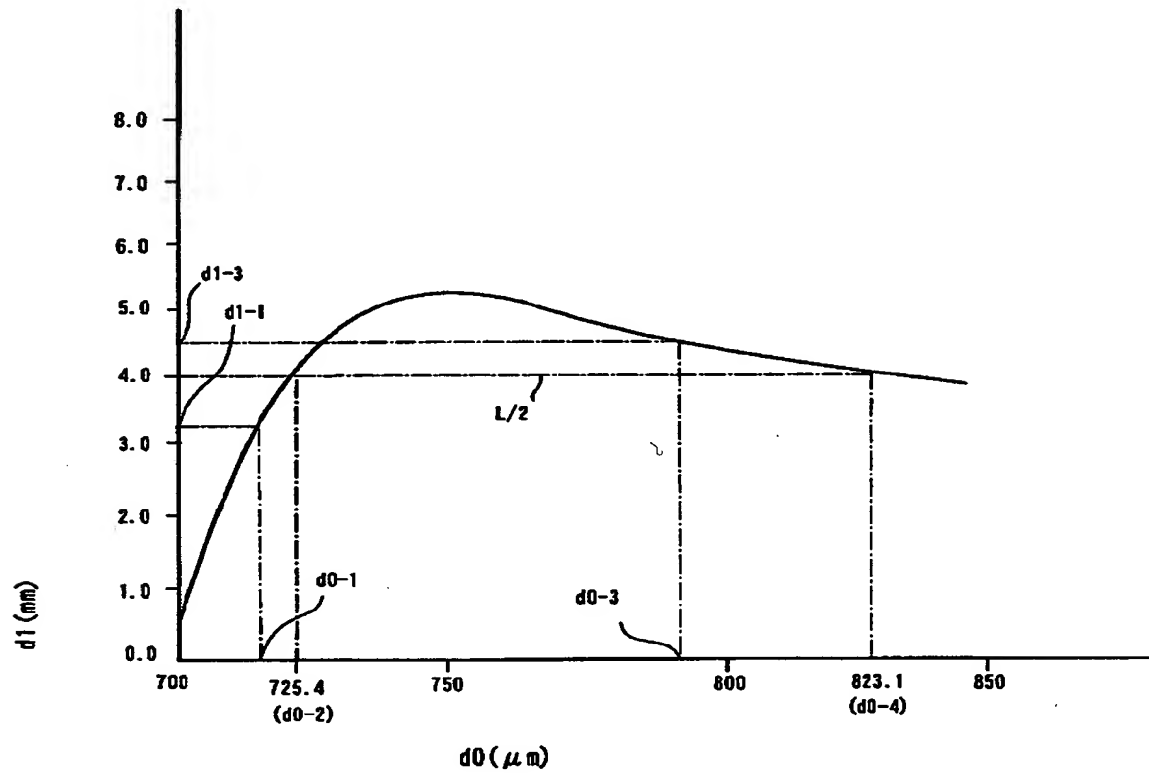
【符号の説明】

1 … 射出側ファイバアレイ、1 a … シングルモード光ファイバ、2 … 射出側平板マイクロレンズ、2 a … レンズ、3 … 光スイッチアレイ、3 a … ミラー、4 … 受光側マイクロレンズ、4 a … レンズ、5 … 受光側ファイバアレイ、5 a … シングルモード光ファイバ、6 … 支持体、 d_0 … 射出側ファイバアレイと射出側平板マイクロレンズとの間隔、 d_1 … 射出側平板マイクロレンズ端面からビームウエストまでの間隔、 L … 光路長。

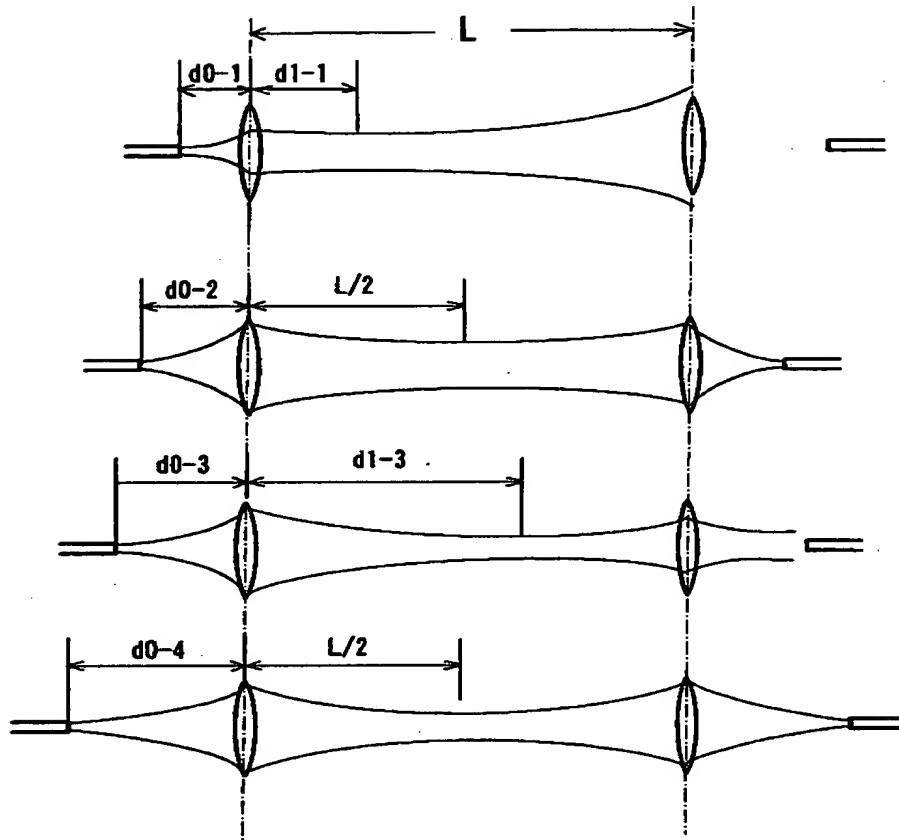
【図 3】



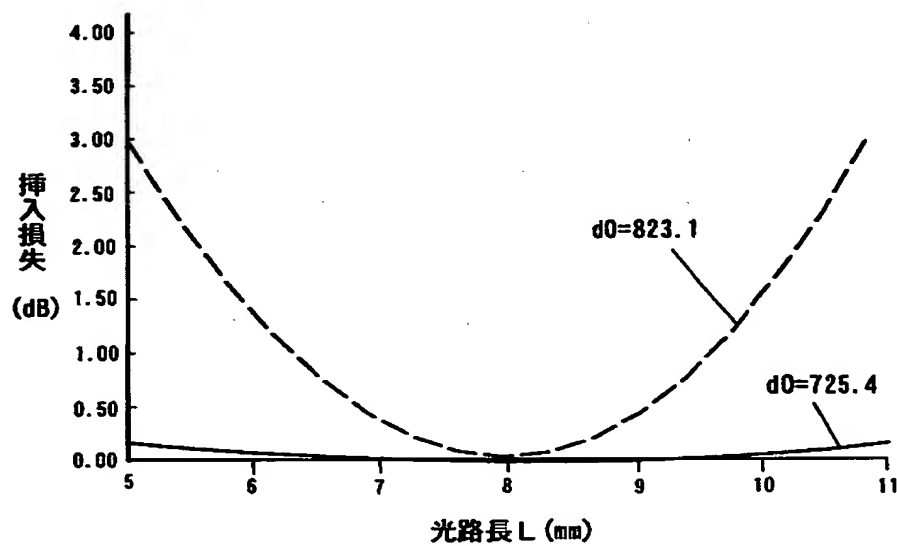
【図 4】



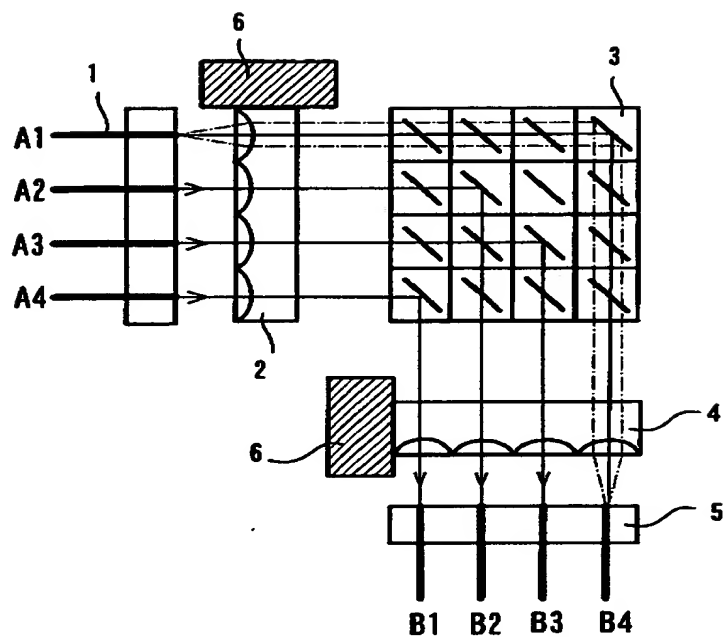
【図 5】



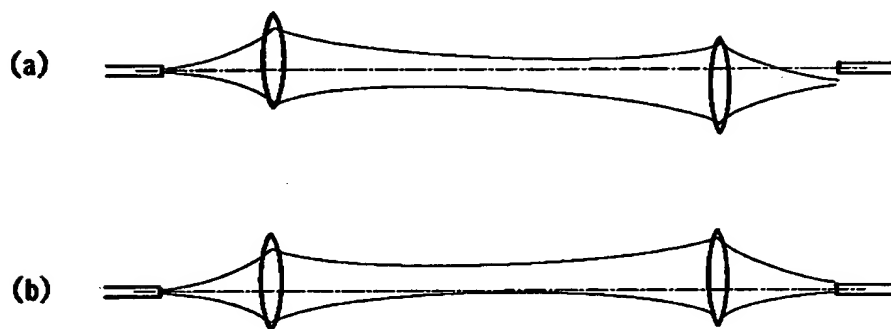
【図 6】



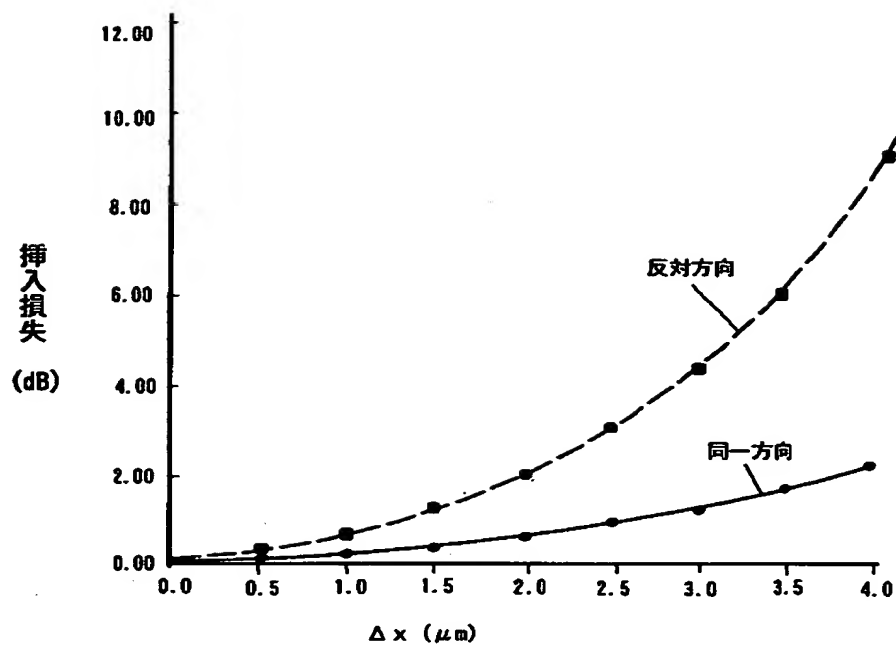
【図 7】



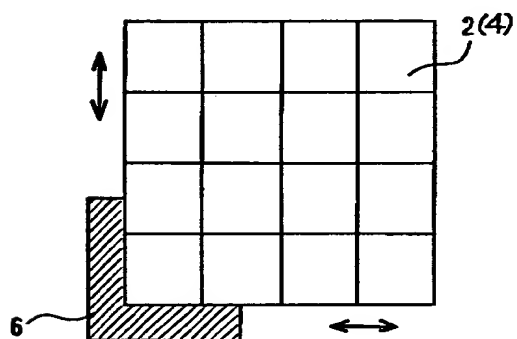
【図 8】



【图 9】



【图 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光路長の変化による挿入損失を小さくするコリメータアレイ装置の設計方法を提供する。

【解決手段】 射出側平板マイクロレンズと受光側平板マイクロレンズの中間位置 ($d_1 = L/2$) にビームウエストが位置するようにすれば、左右対称の光路となり、射出側ファイバアレイと射出側平板マイクロレンズとの間隔 (d_o) をそのまま受光側ファイバアレイと受光側平板マイクロレンズとの間隔にすることができ、コリメータアレイ装置の設計が簡略化される。そこで、 $d_1 = L/2$ となる間隔 (d_o) を割出すと、 $(d_o - 2)$ と $(d_o - 4)$ の2つの値が $d_1 = L/2$ となる間隔となる。そして、短い方の値 ($d_o - 2$) を選定することで、カップリングの際のズレによる挿入損失を小さくすることができる。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004008]

1. 変更年月日 2000年12月14日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

氏 名 日本板硝子株式会社